

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-297675

(43)Date of publication of application : 10.11.1995

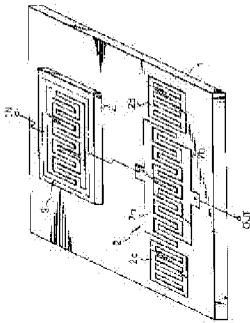
(51)Int.Cl. H03H 9/64

H03H 9/145

(21)Application number : 06-088611 (71)Applicant : FUJITSU LTD

(22)Date of filing : 26.04.1994 (72)Inventor : MINEYOSHI SEIJI

(54) SURFACE ACOUSTIC WAVE RESONATOR



(57)Abstract:

PURPOSE: To highly accurately adjust a frequency, to suppress the generation of undesired ripples and spuriousness and to provide electric characteristics equivalent to the ones for which the number of driving electrode pairs is increased relating to a resonator using an element for utilizing surface acoustic waves (SAW).

CONSTITUTION: This resonator is provided with a SAW resonator 2 provided with comb-line driving electrodes 2a and 2b and reflectors 2c and 2d disposed on both sides of the driving electrodes composed by forming an electrode pattern on a piezoelectric body substrate 1 and a capacitor 3 formed on the piezoelectric body substrate and electrically connected to the driving electrodes. The capacitance of the capacitor is set at a specific value corresponding to the connection form of the capacitor to the SAW resonator.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 21.09.2000

[Date of sending the examiner's
decision of rejection] 30.07.2002

[Kind of final disposal of
application other than the
examiner's decision of rejection or
application converted registration]

[Date of final disposal for
application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against
examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against
examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

* NOTICES *

**JPO and NCIP are not responsible for any
damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The surface acoustic wave resonator equipped with the reflector (23 2c, 2d; 24) arranged in the both sides of the drive electrode (21 2a, 2b; 22) of the shape of Kushigata which forms an electrode pattern and changes on a piezo electric crystal substrate (1 10), and this drive electrode (2 20), The surface acoustic wave resonator characterized by having been formed on said piezo electric crystal substrate, and having provided the capacitor (3; 30, 30a, 30b) electrically connected to said drive electrode, and setting the capacity of this capacitor as a specific value according to the topology to said surface acoustic wave resonator of this capacitor.

[Claim 2] Said capacitor (3; 30, 30a, 30b) is a surface acoustic wave

resonator according to claim 1 characterized by forming an electrode pattern in the shape of Kushigata, and changing on said piezo electric crystal substrate like said drive electrode.

[Claim 3] The resonance frequency (ω_r) or antiresonant frequency (ω_a) of said surface acoustic wave resonator is a surface acoustic wave resonator according to claim 2 characterized by what is determined by the number of the fingers (F_c) in the electrode pattern of the shape of Kushigata which constitutes said capacitor.

[Claim 4] Said capacitor (3; 30, 30a, 30b) is a surface acoustic wave resonator according to claim 2 characterized by being formed through the insulating film (4; 40, 40a, 40b) on said piezo electric crystal substrate.

[Claim 5] Said insulating film is a surface acoustic wave resonator according to claim 4 characterized by having a pitch twice [at least] the thickness of between the adjoining fingers in the electrode pattern of the shape of Kushigata which constitutes said capacitor.

[Claim 6] Said capacitor (30) is a surface acoustic wave resonator given in any 1 term of claims 1-5 characterized by determining the resonance frequency of said surface acoustic wave resonator by connecting with a serial to said surface acoustic wave resonator (20), and setting the capacity of this capacitor as a specific value.

[Claim 7] Said capacitor (30) is a surface acoustic wave resonator given in any 1 term of claims 1-5 characterized by determining the antiresonant frequency of said surface acoustic wave resonator by connecting with juxtaposition to said surface acoustic wave resonator (20), and setting the capacity of this capacitor as a specific value.

[Claim 8] It is a surface acoustic wave resonator given in any 1 term of claims 1-5 characterized by determining the resonance frequency and antiresonant frequency of said surface acoustic wave resonator by having said two capacitors, and one capacitor (30a) being connected to a serial to said surface acoustic wave resonator (20), and the capacitor (30b) of another side being connected to juxtaposition to this surface acoustic wave resonator, and setting the capacity of both capacitors as a specific value, respectively.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention relates to the resonator (a SAW resonator is called hereafter) using the component using a surface acoustic wave (SAW: Surface Acoustic Wave). In recent years, a miniaturization and lightweight-ization progress and a cellular phone, a cordless telephone, a land mobile radiotelephone, etc. are spreading quickly. Moreover, the thing using the SAW component as devices, such as a small and highly efficient filter, is used for high frequency (RF), such as this telephone equipment and mobile radio equipment, or communication equipment, or a (intermediate frequency IF) signal-processing block with development of the latest ultra-fine processing technology. Especially the SAW resonator is widely used for the narrow band filter, the resonator mold filter, the radiator, etc. The electric wave currently used as a signal transduction medium is quickly high-frequency-ized with increase of the latest amount of information, therefore the expectation for the device using this SAW component has also been growing.

[0002]

[Description of the Prior Art] The configuration of the SAW resonator as a formal example is conventionally shown in drawing 6. The SAW resonator by which ten were formed in the piezo electric crystal substrate among drawing, and 20 was formed on the piezo electric crystal substrate 10 is shown. The piezo electric crystal substrate 10 is formed with piezo-electric ceramics, such as single crystals, such as lithium niobate (LiNbO₃) and lithium tantalate (LiTaO₃), or titanate-acid lead zirconate (PZT). moreover, the SAW resonator 20 equips with and constitutes two Kushigata electrodes (IDT: Inter-Digital Transducer) 21 and 22 which function as a drive electrode, and the reflectors 23 and 24 arranged on these both sides of IDT -- having -- every -- IDT 21 and 22 and each reflectors 23 and 24 are formed by growing up aluminum (aluminum) by sputtering and carrying out patterning. Under the present circumstances, IDT22 by the side of IDT21 and the output (OUT) by the

side of an input (IN) is each ctenidium-like part F1. And pattern formation is carried out so that F2 (a finger is called hereafter) may put by turns and may be inserted. In addition, λ_{IDT} Each fingers F1 and F2 where IDT 21 and 22 adjoins Spacing (inter-electrode pitch) of a between is expressed and it is λ_{REF} similarly. Inter-electrode spacing (inter-electrode pitch) which each reflectors 23 and 24 adjoin is expressed.

[0003] In a SAW resonator with such structure, by reflecting the surface acoustic wave (SAW) generated with the drive electrode (IDT 21 and 22) with the reflectors 23 and 24 arranged on the both sides, a standing wave is produced and it functions as exciting vibration which had high Q by it. In this case, the frequency excited is inter-electrode pitch λ_{IDT} mentioned above. And λ_{REF} It is determined depending on magnitude.

[0004] in addition -- a SAW resonator -- every -- if an electrical potential difference is impressed to IDT -- spacing of $\lambda_{\text{IDT}} / 2$ -- forward -- every corresponding to the impulse of a forward reverse lot since an electrical potential difference is built over the reverse sense and expansion and contraction take place by piezoelectric -- suppose that it is counted as a drive electrode pair that is,, using the finger of IDT as one pair. With the technique known conventionally, when frequency regulation of a SAW resonator was performed, it was coped with by controlling the resonance vibration itself to a mechanical, or connecting impedance components, such as a capacitor, to the exterior of the piezo electric crystal substrate 10 in which a certain kind of film (for example, SiO₂ film) is formed on the SAW resonator 20, and the SAW resonator 20 is formed, and adjusting the impedance value to it.

[0005] Moreover, in the resonator mold bandpass (band pass) filter which connects and grows two or more SAW resonators into juxtaposition in series with a ladder-like gestalt, in order to raise the frequency passage property, it is required to make high the signal magnitude of attenuation out of band. For this reason, with the technique known conventionally, it was coped with by increasing the number of drive electrode pairs of the SAW resonator connected to juxtaposition.

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] it mentioned above -- as -- SiO₂ although it was required by the approach of forming the film etc. on a SAW resonator and controlling the resonance vibration itself to a mechanical to control the thickness of the film formed delicately, as for such delicate thickness control, the frequency regulation of a SAW resonator became fluid from the field of a process next to impossible

therefore in practice, and in question [that where of frequency regulation of a SAW resonator could not be performed with a sufficient precision] **ed -- **.

[0007] Moreover, by the approach using impedance components, such as an external capacitor formed separately from a SAW resonator, there was a problem that highly precise frequency regulation of a SAW resonator could not be performed easily, depending on the capacity deflection or impedance deflection. On the other hand, when the number of drive electrode pairs of the SAW resonator of parallel connection was increased in the resonator mold band pass filter using a SAW resonator, in that a frequency passage property is raised, there was un-arranging [that an unnecessary ripple and unnecessary spurious one occurred on a certain advantageous but on the other hand passband internal and external frequency]. Since this is not desirable on a property, it has the room of an improvement.

[0008] This invention aims at offering the surface acoustic wave (SAW) resonator which can acquire electrical characteristics equivalent to having controlled an unnecessary ripple and unnecessary spurious generating and having increased the number of drive electrode pairs while it was created in view of the technical problem in this conventional technique and can perform frequency regulation with high precision.

[0009]

[Means for Solving the Problem] In order to solve the above-mentioned technical problem, the surface acoustic wave (SAW) resonator concerning this invention The SAW resonator 2 equipped with the reflectors 2c and 2d arranged in the both sides of drive electrode 2a of the shape of Kushigata which forms an electrode pattern and changes on the piezo electric crystal substrate 1, 2b, and this drive electrode as shown in the principle block diagram of drawing 1 , It is formed on said piezo electric crystal substrate, and the capacitor 3 electrically connected to said drive electrode is provided, and it is characterized by setting the capacity of this capacitor as a specific value according to the topology to said SAW resonator of this capacitor.

[0010] Moreover, in the suitable embodiment of this invention, like said drive electrode 2a and 2b, said capacitor 3 forms an electrode pattern in the shape of Kushigata, and changes on said piezo electric crystal substrate 1. Furthermore, in the suitable embodiment of this invention, said capacitor 3 is formed through the insulating film 4 on said piezo electric crystal substrate 1.

[0011]

[Function] It explains referring to the equal circuit shown in drawing 2 hereafter. Among drawing, the equal circuit of a common SAW resonator, (b), and (c) show the equal circuit of the SAW resonator concerning this invention, and (a) shows the configuration at the time of connecting the configuration at the time of connecting a capacitor 3 to the SAW resonator 2 at a serial, respectively, and a capacitor 3 to juxtaposition at the SAW resonator 2.

[0012] Moreover, it sets to (a) - (c), and L is the serial inductance of a SAW resonator and C is the series capacitance, C1, C1', and C1'' of a SAW resonator. The electrostatic capacity of a SAW resonator is expressed and this electrostatic capacity is proportional to the number of drive electrode pairs which constitutes each SAW resonator. Moreover, C2 And C3 The capacity of the capacitor 3 set up in the specific topology, respectively is expressed.

[0013] resonance frequency [in / here / the configuration of (a)] -- ω_{r1} and antiresonant frequency -- ω_{a1} ** -- resonance frequency [in / for ω_{r2} and antiresonant frequency / in resonance frequency / in / similarly / it carries out and / the configuration of (b) / the configuration of ω_{a2} and (c)] -- ω_{r3} and antiresonant frequency -- ω_{a3} ** -- when it carries out, it is expressed by following formula (1) - (6), respectively.

$$\omega_{r1} = 1/(LC) \quad 1/2 \dots\dots\dots (1)$$

$$\omega_{a1} = \{ (1/L) - (1 / C + 1 / C1) \} \quad \text{One half} \dots\dots\dots (2)$$

$$\omega_{r2} = [(1/L) - \{ 1 / C + 1 / (C1' + C2) \}] \quad \text{One half} \dots\dots (3)$$

$$\omega_{a2} = \{ (1/L) - (1/C + 1/C1') \} \quad \text{One half} \dots\dots\dots (4)$$

$$\omega_{r3} = 1/(LC) \quad 1/2 \dots\dots\dots (5)$$

$$\omega_{a3} = [(1/L) - \{ 1 / C + 1 / (C1'' + C3) \}] \quad \text{One half} \dots\dots (6)$$

therefore -- the case where a capacitor 3 is connected to the SAW resonator 2 at a serial as shown in a formula (3) -- capacity C2 of (the drawing 2 (b) reference) and a capacitor 3 responding -- resonance frequency ω_{r2} It can be made to change.

[0014] moreover -- the case where a capacitor 3 is connected to juxtaposition to the SAW resonator 2 as shown in a formula (6) -- capacity C3 of (the drawing 2 (c) reference) and a capacitor 3 responding -- antiresonant frequency ω_{a3} It can be made to change.

On the other hand, it sets at a ceremony (6) and is $C1'' + C3 = C1$. It is the capacity C3 of a capacitor 3 so that relation may be realized. If it determines, the configuration of drawing 2 (c) will become equivalent to the configuration of drawing 2 (a), therefore it is $\omega_{r3} = \omega_{r1}$ and $\omega_{a3} = \omega_{a1}$. Relation is realized. It is electrostatic-capacity C1'' of the SAW resonator [without changing this, i.e., the resonance

characteristic,] in drawing 2 (c). Electrostatic capacity C1 of the SAW resonator in drawing 2 (a) It is shown that it compares and can do small. [0015] Therefore, as shown in drawing 2 (c), when a capacitor 3 is connected to juxtaposition to the SAW resonator 2, it is the capacity C3 of a capacitor 3. By setting it as a specific value, the number of drive electrode pairs which constitutes the SAW resonator 2 can be reduced, without affecting the resonance characteristic. Thus, according to the SAW resonator concerning this invention, a capacitor 3 is formed on the same substrate 1 with the SAW resonator 2. Since he is trying to set the capacity of this capacitor as a specific value according to the topology to the SAW resonator 2 of a capacitor 3 It becomes possible to perform frequency regulation (adjustment of resonance frequency or antiresonant frequency) of a SAW resonator with a sufficient precision. Moreover, the same electrical characteristics as having made the number of drive electrode pairs increase equivalent can be acquired without increasing the number of drive electrode pairs, and an unnecessary ripple and unnecessary spurious generating can be controlled to coincidence.

[0016] Moreover, as shown in drawing 1 , compared with the case of the usual parallel monotonous mold, the size can be made small to the same capacity by forming an electrode pattern in the shape of Kushigata, and constituting a capacitor 3 on the piezo electric crystal substrate 1, like drive electrode 2a and 2b. This responds to the needs to a miniaturization and lightweight-izing. Furthermore, as shown in drawing 1 , it can prevent that a surface acoustic wave (SAW) is excited by the piezo electric crystal substrate 1 by the electric field impressed to a capacitor 3 by forming a capacitor 3 through the insulating film 4 on the piezo electric crystal substrate 1. By this, a capacitor 3 functions only as a capacity component purely.

[0017] In addition, the description on the configuration of everything but this invention and the detail of an operation are explained using the example described below, referring to an accompanying drawing.

[0018]

[Example] The configuration of the surface acoustic wave (SAW) resonator by one example of this invention is typically shown in drawing 3 . In addition, the same reference marks 10, 20, 21, 22, 23, and 24 as what was shown in drawing 6 among the reference marks used for this drawing show the respectively equivalent component, and omit about the explanation.

[0019] The description of this example formed the capacitor 30 on the same piezo electric crystal substrate 10 with the **SAW resonator 20, ** Like the drive electrodes 21 and 22, the Kushigata-like electrode

pattern was formed and the capacitor 30 was constituted, ** It is having formed the capacitor 30 through the insulating film (for example, SiO₂ film) 40 on the piezo electric crystal substrate 10, and having connected the ** capacitor 30 to the serial to the drive electrode (input side IDT21) of the SAW resonator 20.

[0020] In addition, a capacitor 30 is equipped with two Kushigata electrodes 31 and 32, and is constituted, and each electrodes 31 and 32 are formed by growing up aluminum (aluminum) by sputtering and carrying out patterning. Under the present circumstances, pattern formation of each electrodes 31 and 32 is carried out so that it may put by turns, each ctenidium-like part Fc, i.e., finger, and may face across it.

[0021] The SAW resonator concerning this example corresponds to the equal circuit configuration shown in above-mentioned drawing 2 (b), and the capacitor [in / therefore / this example] 30 functions as an object for the frequency regulation of the resonance frequency of a SAW resonator. That is, the resonance frequency of a SAW resonator can be determined with high precision by setting the capacity of a capacitor 30 as a specific value.

[0022] A setup of the capacity of a capacitor 30 may be realized by setting up the capacity of a capacitor 30 more greatly beforehand and reducing the number of the fingers Fc if needed in a next phase. The approach which has melted chemically enough the approach of cutting Finger Fc or its part, Finger Fc, or its part, and specifically carries out it by laser can be considered.

[0023] Moreover, since the capacitor 30 is formed in the shape of Kushigata, to the same capacity, compared with the case of the usual parallel monotonous mold, the size can be made small, and it can respond to the needs to a miniaturization and lightweight-izing by this. Furthermore, since the insulating film 40 intervenes between the capacitor 30 and the piezo electric crystal substrate 10, when electric field are impressed to a capacitor 30, it can prevent that a surface acoustic wave (SAW) is excited by the piezo electric crystal substrate 10 by the electric field. By this, a capacitor 30 can function only as a pure capacity component to the SAW resonator 20.

[0024] For this reason, in this example, the insulating film 40 is selected so that it may have spacing (inter-electrode pitch) twice [at least] the thickness of between the fingers Fc where a capacitor 30 adjoins. The configuration of the surface acoustic wave (SAW) resonator by other examples of this invention is typically shown in drawing 4 .

[0025] The description of this example is having connected the capacitor 30 to juxtaposition to the drive electrode (input side IDT21) of the SAW

resonator 20. Since it is the same as the configuration of the example (refer to drawing 3) mentioned above about other configurations, the explanation is omitted. While the SAW resonator concerning this example corresponds to the equal circuit configuration shown in above-mentioned drawing 2 (c) and the capacitor [in / therefore / this example] 30 functions as an object for the frequency regulation of the antiresonant frequency of a SAW resonator, it contributes to decreasing the logarithm of the drive electrodes 21 and 22 of the SAW resonator 20.

[0026] That is, by setting the capacity of a capacitor 30 as a specific value, while being able to determine the antiresonant frequency of a SAW resonator with high precision, the number of drive electrode pairs of the SAW resonator 20 can be reduced, without affecting the resonance characteristic. In other words, the same electrical characteristics as having made the number of drive electrode pairs increase equivalent can be acquired, without increasing the number of drive electrode pairs. For example, when it applies to a resonator mold band pass filter, the frequency passage property can be raised. Moreover, it becomes possible to control an unnecessary ripple and unnecessary spurious generating to coincidence.

[0027] In addition, since it is the same as the case of the example (refer to drawing 3) mentioned above about selection of the characteristic effectiveness by mediation of the method of a setup of the capacity of a capacitor 30, and the insulating film 40, and its thickness, the explanation is omitted. The configuration of the surface acoustic wave (SAW) resonator by the example of further others of this invention is typically shown in drawing 5 .

[0028] The description of this example formed two capacitors 30a and 30b on the same piezo electric crystal substrate 10 with the **SAW resonator 20, ** Like the drive electrodes 21 and 22, the Kushigata-like electrode pattern was formed and each capacitors 30a and 30b were constituted, ** Each capacitors 30a and 30b were formed through the insulating film (for example, SiO₂ film) 40a and 40b, respectively on the piezo electric crystal substrate 10, And it is having connected ** one capacitor 30a to the serial to the drive electrode (input side IDT21) of the SAW resonator 20, and having connected capacitor 30b of another side to juxtaposition to the drive electrode (input side IDT21) of the SAW resonator 20.

[0029] The SAW resonator concerning this example supports what combined the configuration of the example of drawing 3 and the configuration of the example of drawing 4 which were mentioned above. Therefore, since it is equivalent to the operation effectiveness of each capacitor 30

explained in relation to drawing 3 and drawing 4 about the operation effectiveness of each capacitors 30a and 30b in this example, it omits about the explanation. As mentioned above, although this invention was explained about three examples, the operation gestalt of this invention is not limited to these examples. For example, probably, it will be clear to this contractor for other operation gestalten and deformation gestalten of this invention to be easily possible by changing suitably the topology to the configuration (the configuration of a Kushigata-like electrode pattern, the number of fingers) of the capacitor formed on the same piezo electric crystal substrate with a SAW resonator, the number of capacitors, or the formed SAW resonator of a capacitor etc.

[0030]

[Effect of the Invention] The same electrical characteristics as having made the number of drive electrode pairs of a SAW resonator increase can be acquired without becoming possible to adjust the resonance frequency or antiresonant frequency of a SAW resonator with high precision by forming a capacitor on the same substrate with a SAW resonator, and setting the capacity of a capacitor as a specific value according to the topology to a SAW resonator according to this invention, as explained above, and causing an unnecessary ripple and unnecessary spurious generating. This greatly contributes to the improvement in the engine performance of the SAW resonator to apply and a SAW resonator application device.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the principle block diagram of the surface acoustic wave (SAW) resonator concerning this invention.

[Drawing 2] It is drawing for explaining an operation of the SAW resonator of drawing 1 .

[Drawing 3] It is drawing having shown typically the configuration of the SAW resonator by one example of this invention.

[Drawing 4] It is drawing having shown typically the configuration of the SAW resonator by other examples of this invention.

[Drawing 5] It is drawing having shown typically the configuration of the SAW resonator by the example of further others of this invention.

[Drawing 6] It is the perspective view showing the configuration of the SAW resonator as a formal example conventionally.

[Description of Notations]

1 10 -- Piezo electric crystal substrate

2 20 -- Surface acoustic wave (SAW) resonator

21 2a, 2b, 22 -- Kushigata electrode (IDT)

2c, 2d, 23, 24 -- Reflector

3, 30, 30a, 30b -- (the shape of Kushigata) Capacitor

4, 40, 40a, 40b -- Insulating film

F1, F2, Fc -- Finger (ctenidium-like part)

The serial inductance of a L--SAW resonator

The series capacitance of a C--SAW resonator

C1, C1', and C1'' -- Electrostatic capacity of a SAW resonator

C2 and C3 -- Capacity of a Kushigata-like capacitor

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

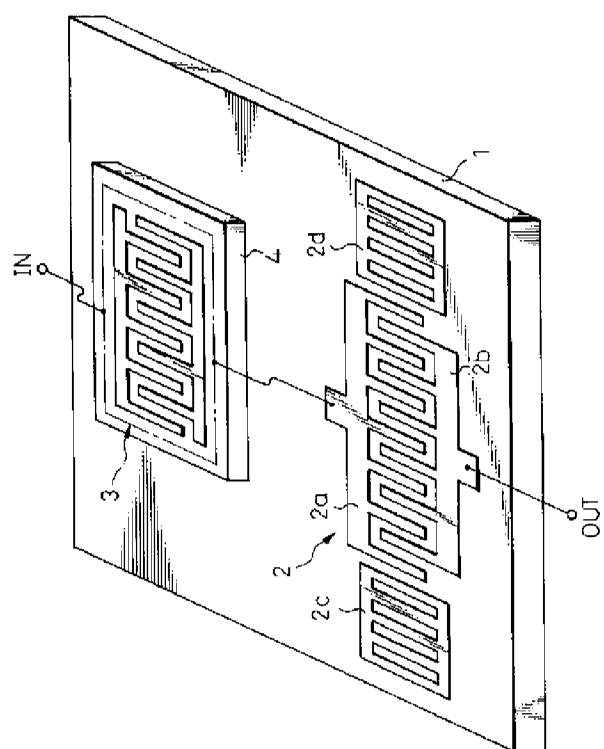
2. **** shows the word which can not be translated.

3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

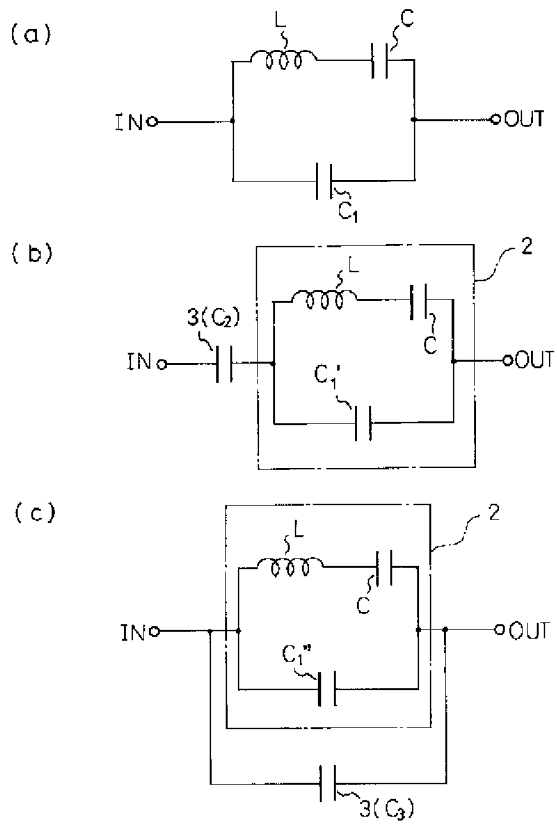
[Drawing 1]

本発明に係る弾性表面波（SAW）共振器の原理構成図



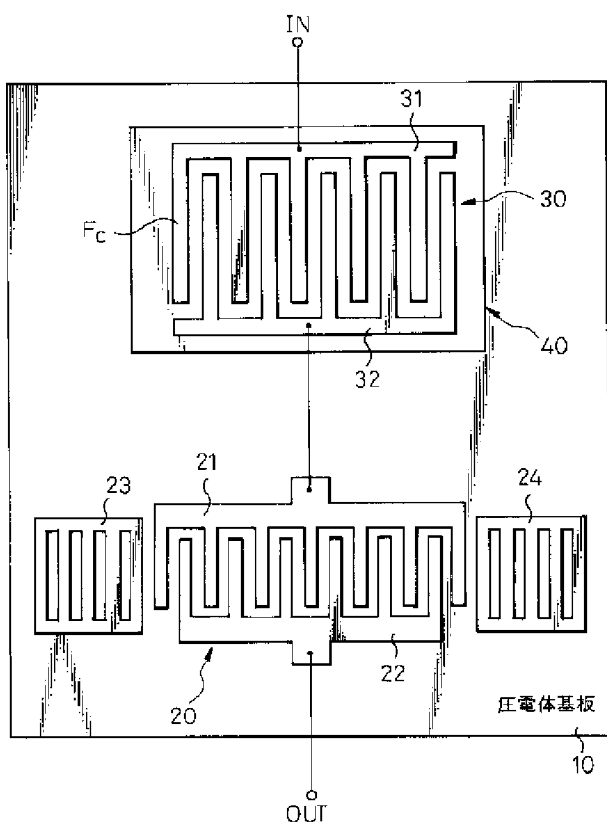
[Drawing 2]

図1のSAW共振器の作用を説明するための図



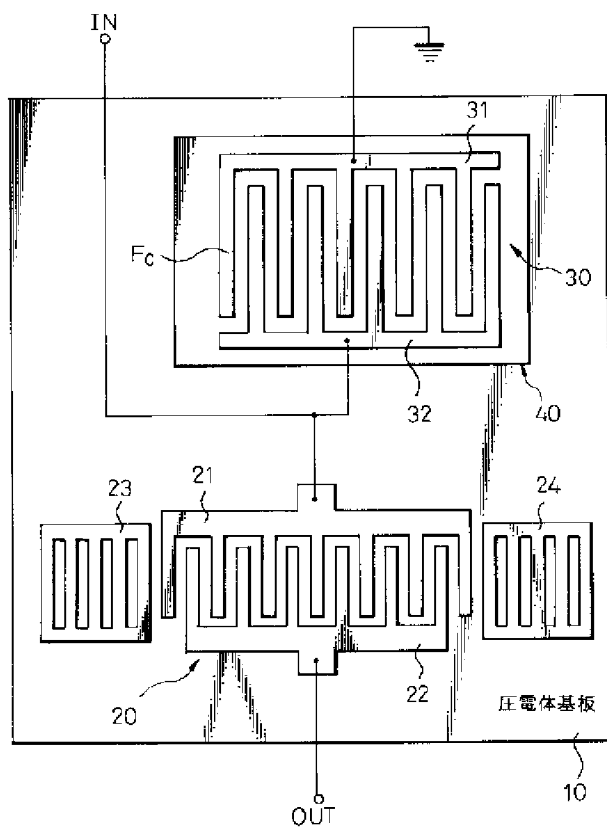
[Drawing 3]

本発明の一実施例によるSAW共振器の構成を模式的に示した図



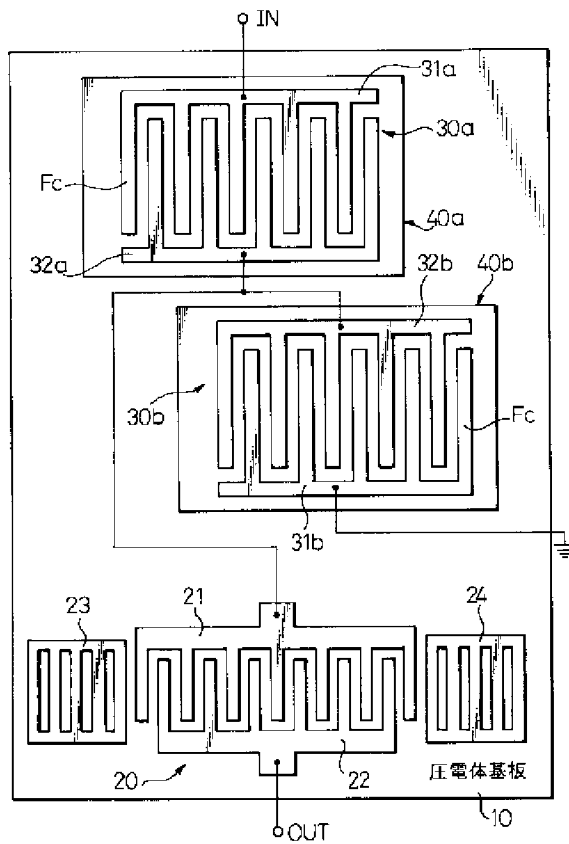
[Drawing 4]

本発明の他の実施例によるSAW共振器の構成を模式的に示した図

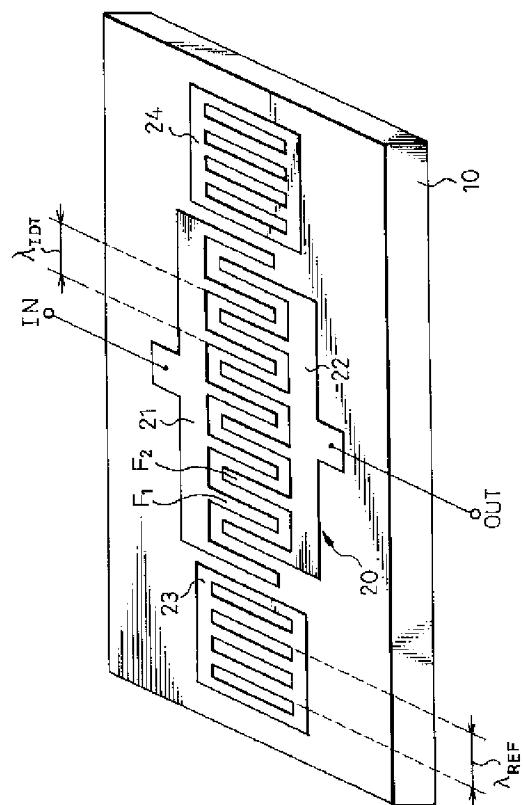


[Drawing 5]

[Drawing 6]



従来形の一例としてのSAW共振器の構成を示す斜視図



[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-297675

(43) 公開日 平成7年(1995)11月10日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 3 H	9/64	Z 7259-5 J		
	9/145	D 7259-5 J		

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平6-88611

(22) 出願日 平成6年(1994)4月26日

(71) 出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

(72) 発明者 峯吉 誠司

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

富士通株式会社内

(74) 代理人 弁理士 石田 敬 (外3名)

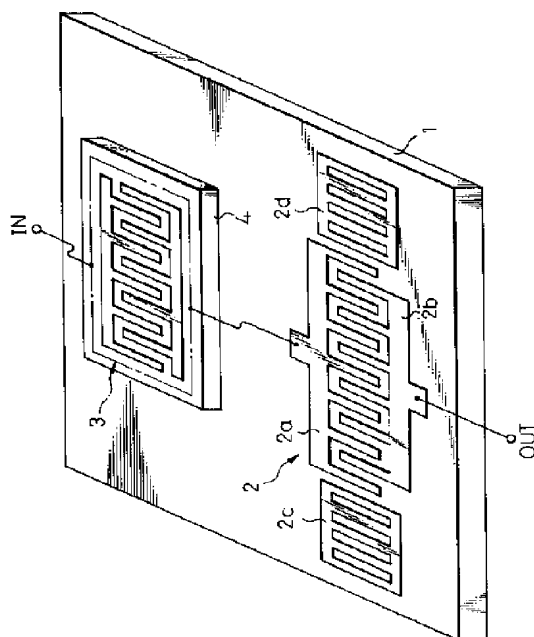
(54) 【発明の名称】 弾性表面波共振器

(57) 【要約】

【目的】 本発明は、弾性表面波 (SAW) を利用する素子を用いた共振器に関し、周波数調整を高精度に行え、と共に、不要なリップルやスプリアスの発生を抑制して駆動電極対の数を増やしたのと同等の電気的特性を得ることを目的とする。

【構成】 圧電体基板 1 の上に電極パターンを形成して成る櫛形状の駆動電極 2 a, 2 b 及び該駆動電極の両側に配設された反射器 2 c, 2 d を備えた SAW 共振器 2 と、前記圧電体基板上に形成され且つ前記駆動電極に電気的に接続されたキャパシタ 3 とを具備し、該キャパシタの前記 SAW 共振器に対する接続形態に応じて該キャパシタの容量を特定値に設定するように構成する。

本発明に係る弾性表面波 (SAW) 共振器の原理構成図



【特許請求の範囲】

【請求項1】 圧電体基板（1，10）の上に電極パターンを形成して成る櫛形状の駆動電極（2a，2b；21，22）および該駆動電極の両側に配設された反射器（2c，2d；23，24）を備えた弾性表面波共振子（2，20）と、

前記圧電体基板上に形成され且つ前記駆動電極に電氣的に接続されたキャパシタ（3；30，30a，30b）とを具備し、

該キャパシタの前記弾性表面波共振子に対する接続形態に依じて該キャパシタの容量を特定値に設定したことを特徴とする弾性表面波共振器。

【請求項2】 前記キャパシタ（3；30，30a，30b）は、前記駆動電極と同様に前記圧電体基板の上に電極パターンを櫛形状に形成して成ることを特徴とする請求項1に記載の弾性表面波共振器。

【請求項3】 前記弾性表面波共振器の共振周波数（ ω_r ）又は反共振周波数（ ω_a ）は、前記キャパシタを構成する櫛形状の電極パターンにおけるフィンガ（Fc）の数によって決定されることを特徴とする請求項2に記載の弾性表面波共振器。

【請求項4】 前記キャパシタ（3；30，30a，30b）は、前記圧電体基板上に絶縁性の膜（4；40，40a，40b）を介して形成されることを特徴とする請求項2に記載の弾性表面波共振器。

【請求項5】 前記絶縁性の膜は、前記キャパシタを構成する櫛形状の電極パターンにおける隣接するフィンガ間のピッチの少なくとも2倍の厚さを有することを特徴とする請求項4に記載の弾性表面波共振器。

【請求項6】 前記キャパシタ（30）は前記弾性表面波共振子（20）に対して直列に接続され、該キャパシタの容量を特定値に設定することで前記弾性表面波共振器の共振周波数を決定することを特徴とする請求項1から5のいずれか一項に記載の弾性表面波共振器。

【請求項7】 前記キャパシタ（30）は前記弾性表面波共振子（20）に対して並列に接続され、該キャパシタの容量を特定値に設定することで前記弾性表面波共振器の反共振周波数を決定することを特徴とする請求項1から5のいずれか一項に記載の弾性表面波共振器。

【請求項8】 前記キャパシタを2個備え、一方のキャパシタ（30a）は前記弾性表面波共振子（20）に対して直列に接続され、他方のキャパシタ（30b）は該弾性表面波共振子に対して並列に接続され、双方のキャパシタの容量をそれぞれ特定値に設定することで前記弾性表面波共振器の共振周波数と反共振周波数を決定することを特徴とする請求項1から5のいずれか一項に記載の弾性表面波共振器。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、弾性表面波（SAW： 50

Surface Acoustic Wave）を利用する素子を用いた共振器（以下、SAW共振器と称する）に関する。近年、携帯電話、コードレス電話、自動車電話等は小型化及び軽量化が進み、急速に普及してきている。また、最近の微細加工技術の発達に伴い、かかる電話装置や移動無線装置あるいは通信機器等の高周波（RF）又は中間周波（IF）信号処理ブロックには、小型で且つ高性能なフィルタ等のデバイスとしてSAW素子を用いたものが使用されている。特にSAW共振器は、狭帯域フィルタ、共振器型フィルタ、発振子等に広く用いられている。情報伝達媒体として使用されている電波は、最近の情報量の増大に伴い急速に高周波化されてきており、そのため、かかるSAW素子を用いたデバイスへの期待も高まってきている。

【0002】

【従来の技術】 図6には従来形の一例としてのSAW共振器の構成が示される。図中、10は圧電体基板、20は圧電体基板10の上に形成されたSAW共振子を示す。圧電体基板10は、例えばニオブ酸リチウム（LiNbO₃）やタンタル酸リチウム（LiTaO₃）等の単結晶、或いは、チタン酸ジルコン酸鉛（PZT）等の圧電セラミックで形成されている。また、SAW共振子20は、駆動電極として機能する2つの櫛形電極（IDT：Inter-Digital Transducer）21及び22と、該IDTの両側に配した反射器23及び24とを備えて構成され、各IDT21，22及び各反射器23，24は、例えばアルミニウム（Al）をスパッタリングにより成長させパターニングすることにより形成される。この際、入力（IN）側のIDT21及び出力（OUT）側のIDT22は、それぞれの櫛歯状部分F₁及びF₂（以下、フィンガと称する）が交互に差し挟まれるようにパターン形成される。なお、 λ_{IDT} は各IDT21，22の隣接するフィンガF₁，F₂間の間隔（電極間ピッチ）を表し、同様に λ_{REF} は各反射器23，24の隣接する電極間の間隔（電極間ピッチ）を表している。

【0003】 このような構造を持つSAW共振器では、駆動電極（IDT21，22）で発生した弾性表面波（SAW）をその両側に配した反射器23，24で反射させることにより定在波を生じさせ、それによって高いQを持った振動を励起するように機能する。この場合、励振される周波数は、上述した電極間ピッチ λ_{IDT} 及び λ_{REF} の大きさに依存して決定される。

【0004】 なお、SAW共振器では、各IDTに電圧が印加されると $\lambda_{IDT}/2$ の間隔で正逆の向きに電圧がかかり、圧電性によって伸び縮みが起こるので、正逆一組のインパルスに対応する各IDTのフィンガを1対として（つまり駆動電極対として）数えることとする。従来知られている技術では、SAW共振器の周波数調整を行う場合、ある種の膜（例えばSiO₂膜）をSAW共振子20の上に形成してその共振振動自体をメカニカル

に制御したり、或いは、SAW共振子20が形成されている圧電体基板10の外部にキャパシタ等のインピーダンス素子を接続してそのインピーダンス値を調整することにより、対処していた。

【0005】また、複数のSAW共振器を梯子状の形態で直列に及び並列に接続して成る共振器型バンドパス（帯域通過）フィルタにおいては、その周波数通過特性を向上させるためには帯域外の信号減衰量を高くすることが必要である。このために、従来知られている技術では、並列に接続されたSAW共振器の駆動電極対の数を増やすことにより、対処していた。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】上述したように、SiO₂膜等をSAW共振子の上に形成して共振振動自体をメカニカルに制御する方法では、その形成される膜の厚さを微妙に制御することが必要であるが、實際上、プロセスの面からこのような微妙な膜厚制御は不可能に近く、そのために、SAW共振器の周波数調整が流動的なものとなり、SAW共振器の周波数調整を精度良く行うことができないといった問題があった。

【0007】また、SAW共振器と別個に設けた外付けのキャパシタ等のインピーダンス素子を用いる方法では、その容量偏差或いはインピーダンス偏差に依存して、SAW共振器の高精度な周波数調整を簡単に行えないといった問題があった。一方、SAW共振器を用いた共振器型バンドパスフィルタにおいて並列接続のSAW共振器の駆動電極対の数を増やした場合、周波数通過特性を向上させるという点では有利であるが、その反面、通過帯域内外の或る周波数で不要なリップルやスプリアスが発生するといった不都合があった。これは、特性上好ましくないもので、改善の余地がある。

【0008】本発明は、かかる従来技術における課題に鑑み創作されたもので、周波数調整を高精度に行えと共に、不要なリップルやスプリアスの発生を抑制して駆動電極対の数を増やしたのと同等の電気的特性を得ることができる弾性表面波（SAW）共振器を提供することを目的とする。

【0009】

*

$$\omega_{r1} = 1 / (LC)^{1/2} \dots\dots\dots (1)$$

$$\omega_{a1} = \{ (1/L) \cdot (1/C + 1/C_1) \}^{1/2} \dots\dots\dots (2)$$

$$\omega_{r2} = [(1/L) \cdot \{ 1/C + 1 / (C_1' + C_2) \}]^{1/2} \dots\dots (3)$$

$$\omega_{a2} = \{ (1/L) \cdot (1/C + 1/C_1') \}^{1/2} \dots\dots\dots (4)$$

$$\omega_{r3} = 1 / (LC)^{1/2} \dots\dots\dots (5)$$

$$\omega_{a3} = [(1/L) \cdot \{ 1/C + 1 / (C_1'' + C_3) \}]^{1/2} \dots\dots (6)$$

従って、式(3)から分かるように、キャパシタ3をSAW共振子2に直列に接続した場合には(図2(b)参照)、キャパシタ3の容量C₂に応じて共振周波数 ω_{r2} を変化させることができる。

【0014】また、式(6)から分かるように、キャパシタ3をSAW共振子2に対して並列に接続した場合に

*【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため、本発明に係る弾性表面波（SAW）共振器は、図1の原理構成図に示されるように、圧電体基板1の上に電極パターンを形成して成る櫛形状の駆動電極2a、2b及び該駆動電極の両側に配設された反射器2c、2dを備えたSAW共振子2と、前記圧電体基板上に形成され且つ前記駆動電極に電気的に接続されたキャパシタ3とを具備し、該キャパシタの前記SAW共振子に対する接続形態に応じて該キャパシタの容量を特定値に設定したことを特徴とする。

【0010】また、本発明の好適な実施態様においては、前記キャパシタ3は、前記駆動電極2a、2bと同様に前記圧電体基板1の上に電極パターンを櫛形状に形成して成っている。さらに、本発明の好適な実施態様においては、前記キャパシタ3は、前記圧電体基板1上に絶縁性の膜4を介して形成される。

【0011】

【作用】以下、図2に示す等価回路を参照しながら説明する。図中、(a)は一般的なSAW共振器の等価回路、(b)及び(c)は本発明に係るSAW共振器の等価回路を示すもので、それぞれキャパシタ3をSAW共振子2に直列に接続した場合の構成、及び、キャパシタ3をSAW共振子2に並列に接続した場合の構成を示している。

【0012】また、(a)～(c)において、LはSAW共振子の直列インダクタンス、CはSAW共振子の直列容量、C₁、C₁'及びC₁''はSAW共振子の静電容量を表しており、この静電容量は各々のSAW共振子を構成する駆動電極対の数に比例する。また、C₂及びC₃はそれぞれ特定の接続形態において設定されたキャパシタ3の容量を表している。

【0013】ここで、(a)の構成における共振周波数を ω_{r1} 、反共振周波数を ω_{a1} とし、同様に(b)の構成における共振周波数を ω_{r2} 、反共振周波数を ω_{a2} 、(c)の構成における共振周波数を ω_{r3} 、反共振周波数を ω_{a3} とすると、それぞれ以下の式(1)～(6)によって表される。

は(図2(c)参照)、キャパシタ3の容量C₃に応じて反共振周波数 ω_{a3} を変化させることができる。一方、式(6)において、C₁'' + C₃ = C₁の関係が成り立つようにキャパシタ3の容量C₃を決定すれば、図2(c)の構成は図2(a)の構成と等価となり、従って、 $\omega_{r3} = \omega_{r1}$ 、且つ、 $\omega_{a3} = \omega_{a1}$ の関係が成

り立つ。これは即ち、共振特性を変えることなく、図2(c)におけるSAW共振子の静電容量 C_1'' を図2(a)におけるSAW共振子の静電容量 C_1 に比べて小さくできることを示している。

【0015】従って、図2(c)に示すようにキャパシタ3をSAW共振子2に対して並列に接続した場合には、キャパシタ3の容量 C_3 を特定値に設定することにより、共振特性に影響を与えずに、SAW共振子2を構成する駆動電極対の数を減らすことができる。このように本発明に係るSAW共振器によれば、SAW共振子2と共にキャパシタ3を同一基板1上に形成し、キャパシタ3のSAW共振子2に対する接続形態に応じて該キャパシタの容量を特定値に設定するようにしているので、SAW共振器の周波数調整（共振周波数又は反共振周波数の調整）を精度良く行うことが可能となり、また、駆動電極対の数を増やすことなく等価的に駆動電極対の数を増加させたのと同じ電気的特性を得ることができ、同時に不要なリップルやスプリアスの発生を抑制することができる。

【0016】また、図1に示すように、キャパシタ3を、駆動電極2a、2bと同様に圧電体基板1の上に電極パターンを櫛形状に形成して構成することにより、同じ容量に対して、通常の平行平板型の場合に比べてそのサイズを小さくすることができる。これは、小型化及び軽量化に対するニーズに応えるものである。さらに、図1に示すように、キャパシタ3を圧電体基板1上に絶縁性の膜4を介して形成することにより、キャパシタ3に印加される電界によって圧電体基板1に弾性表面波(SAW)が励振されるのを防止することができる。これによって、キャパシタ3は純粋に容量成分としてのみ機能する。

【0017】なお、本発明の他の構成上の特徴及び作用の詳細については、添付図面を参照しつつ以下に記述される実施例を用いて説明する。

【0018】

【実施例】図3には本発明の一実施例による弾性表面波(SAW)共振器の構成が模式的に示される。なお、同図に用いられている参照符号のうち、図6に示したものと同一参照符号10、20、21、22、23及び24はそれぞれ同等の構成要素を示しており、その説明については省略する。

【0019】本実施例の特徴は、①SAW共振子20と共にキャパシタ30を同一の圧電体基板10上に形成したこと、②キャパシタ30を、駆動電極21、22と同様に櫛形状の電極パターンを形成して構成したこと、③キャパシタ30を圧電体基板10上に絶縁性の膜（例えば SiO_2 膜）40を介して形成したこと、そして、④キャパシタ30をSAW共振子20の駆動電極（入力側IDT21）に対して直列に接続したことである。

【0020】なお、キャパシタ30は、2つの櫛形電極

31及び32を備えて構成され、各電極31、32は、アルミニウム(A1)をスパッタリングにより成長させパターニングすることにより形成される。この際、各電極31、32は、それぞれの櫛歯状部分すなわちフィンガFcが交互に差し挟まれるようにパターン形成される。

【0021】本実施例に係るSAW共振器は、前述の図2(b)に示した等価回路構成に対応するものであり、従って、本実施例におけるキャパシタ30は、SAW共振器の共振周波数の周波数調整用として機能する。つまり、キャパシタ30の容量を特定の値に設定することで、SAW共振器の共振周波数を高精度に決定することができる。

【0022】キャパシタ30の容量の設定は、例えばキャパシタ30の容量を予め大きめに設定しておき、後の段階で必要に応じてそのフィンガFcの数を減らすことにより、実現され得る。具体的には、レーザーでフィンガFc又はその一部分を切断する方法、フィンガFc又はその一部分を化学的に溶かししたりする方法等が考えられる。

【0023】また、キャパシタ30を櫛形状に形成しているのので、同じ容量に対して、通常の平行平板型の場合に比べてそのサイズを小さくすることができ、これによって小型化及び軽量化に対するニーズに応えることができる。さらに、絶縁性の膜40がキャパシタ30と圧電体基板10の間に介在されているので、キャパシタ30に電界が印加された時に、その電界によって圧電体基板10に弾性表面波(SAW)が励振されるのを防止することができる。これによって、キャパシタ30は、SAW共振子20に対して純粋な容量成分としてのみ機能することができる。

【0024】このために本実施例では、絶縁性の膜40は、キャパシタ30の隣接するフィンガFc間の間隔（電極間ピッチ）の少なくとも2倍の厚さを有するように選定されている。図4には本発明の他の実施例による弾性表面波(SAW)共振器の構成が模式的に示される。

【0025】本実施例の特徴は、キャパシタ30をSAW共振子20の駆動電極（入力側IDT21）に対して並列に接続したことである。他の構成については、前述した実施例（図3参照）の構成と同じであるので、その説明は省略する。本実施例に係るSAW共振器は、前述の図2(c)に示した等価回路構成に対応するものであり、従って、本実施例におけるキャパシタ30は、SAW共振器の反共振周波数の周波数調整用として機能すると共に、SAW共振子20の駆動電極21、22の対数を減少させるのに寄与する。

【0026】つまり、キャパシタ30の容量を特定の値に設定することで、SAW共振器の反共振周波数を高精度に決定することができると共に、共振特性に影響を与

えることなくSAW共振子20の駆動電極対の数を減らすことができる。言い換えると、駆動電極対の数を増やすことなく等価的に駆動電極対の数を増加させたのと同じ電気的特性を得ることができる。例えば、共振器型バンドパスフィルタに適用した場合には、その周波数通過特性を向上させることができる。また同時に、不要なリップルやスプリアスの発生を抑制することが可能となる。

【0027】なお、キャパシタ30の容量の設定の仕方、絶縁性の膜40の介在による特有の効果、及びその膜厚の選定については、前述した実施例（図3参照）の場合と同じであるので、その説明は省略する。図5には本発明のさらに他の実施例による弾性表面波（SAW）共振器の構成が模式的に示される。

【0028】本実施例の特徴は、①SAW共振子20と共に2個のキャパシタ30a及び30bを同一の圧電体基板10上に形成したこと、②各キャパシタ30a、30bを駆動電極21、22と同様に櫛形状の電極パターンを形成して構成したこと、③各キャパシタ30a、30bを圧電体基板10上にそれぞれ絶縁性の膜（例えばSiO₂膜）40a、40bを介して形成したこと、そして、④一方のキャパシタ30aをSAW共振子20の駆動電極（入力側IDT21）に対して直列に接続し、且つ、他方のキャパシタ30bをSAW共振子20の駆動電極（入力側IDT21）に対して並列に接続したことである。

【0029】本実施例に係るSAW共振器は、前述した図3の実施例の構成と図4の実施例の構成を組み合わせたものに対応している。従って、本実施例における各キャパシタ30a、30bの作用効果については、図3及び図4に関連して説明した各キャパシタ30の作用効果と同等であるので、その説明については省略する。以上、本発明を3つの実施例について説明したが、本発明の実施形態はこれらの実施例に限定されない。例えば、SAW共振子と共に同一の圧電体基板上に形成されるキャパシタの形状（櫛形状の電極パターンの形状、フィンガの数）やキャパシタの数、或いは、形成されたキャパシタのSAW共振子に対する接続形態等を適宜変更する

ことにより、本発明の他の実施形態及び変形形態が容易に可能であることは当業者には明らかであろう。

【0030】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、SAW共振子と共に同一基板上にキャパシタを形成し、SAW共振子に対する接続形態に応じてキャパシタの容量を特定の値に設定することにより、SAW共振器の共振周波数又は反共振周波数を高精度に調整することが可能となり、また、不要なリップルやスプリアスの発生を招くことなくSAW共振器の駆動電極対の数を増加させたのと同じ電気的特性を得ることができる。これは、係るSAW共振器及びSAW共振器応用デバイスの性能向上に大いに寄与する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る弾性表面波（SAW）共振器の原理構成図である。

【図2】図1のSAW共振器の作用を説明するための図である。

【図3】本発明の一実施例によるSAW共振器の構成を模式的に示した図である。

【図4】本発明の他の実施例によるSAW共振器の構成を模式的に示した図である。

【図5】本発明のさらに他の実施例によるSAW共振器の構成を模式的に示した図である。

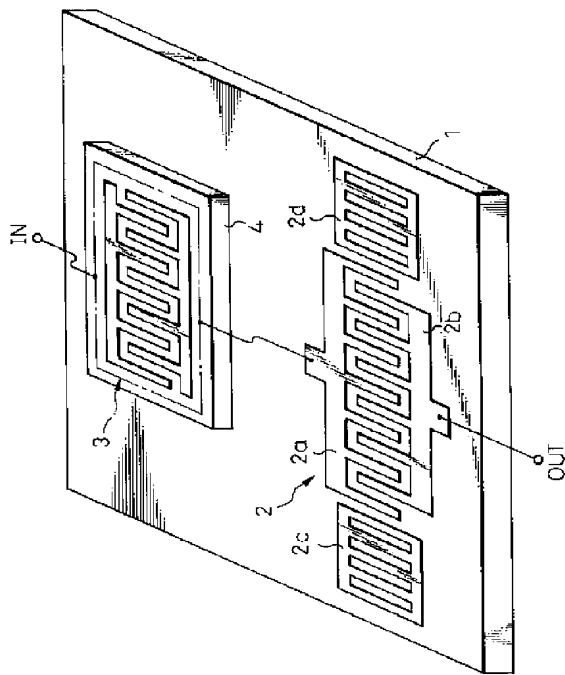
【図6】従来形の一例としてのSAW共振器の構成を示す斜視図である。

【符号の説明】

- 1, 10…圧電体基板
- 2, 20…弾性表面波（SAW）共振子
- 2a, 2b, 21, 22…櫛形電極（IDT）
- 2c, 2d, 23, 24…反射器
- 3, 30, 30a, 30b…（櫛形状の）キャパシタ
- 4, 40, 40a, 40b…絶縁性の膜
- F₁, F₂, Fc…フィンガ（櫛歯状部分）
- L…SAW共振子の直列インダクタンス
- C…SAW共振子の直列容量
- C₁, C₁', C₁''…SAW共振子の静電容量
- C₂, C₃…櫛形状のキャパシタの容量

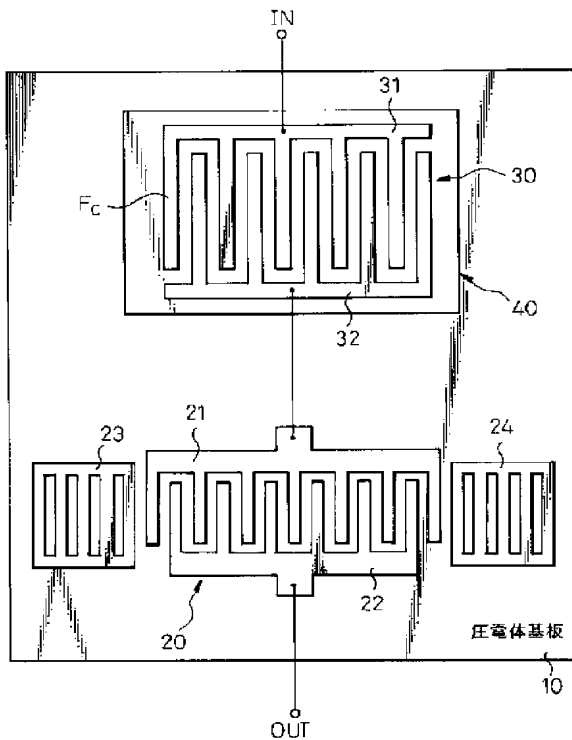
【図1】

本発明に係る弾性表面波（SAW）共振器の原理構成図



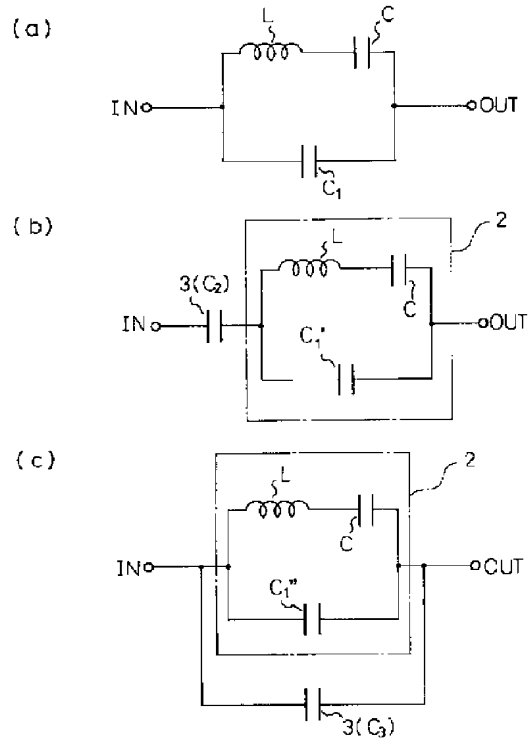
【図3】

本発明の一実施例によるSAW共振器の構成を模式的に示した図



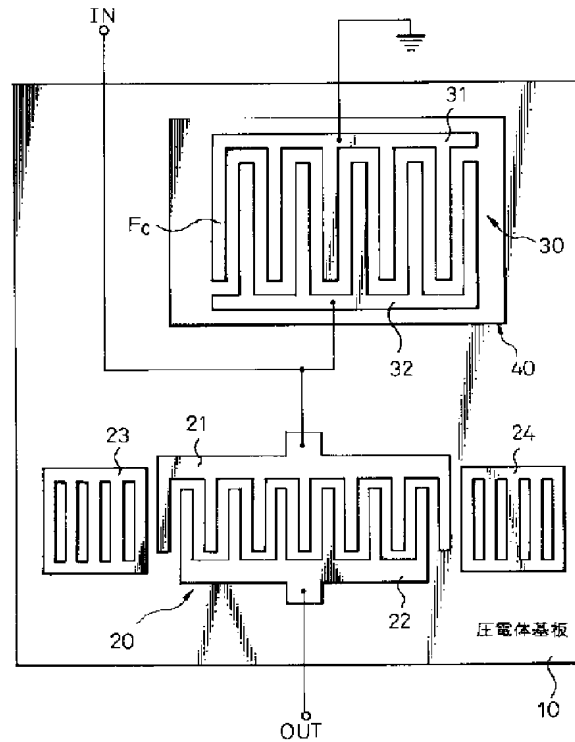
【図2】

図1のSAW共振器の作用を説明するための図



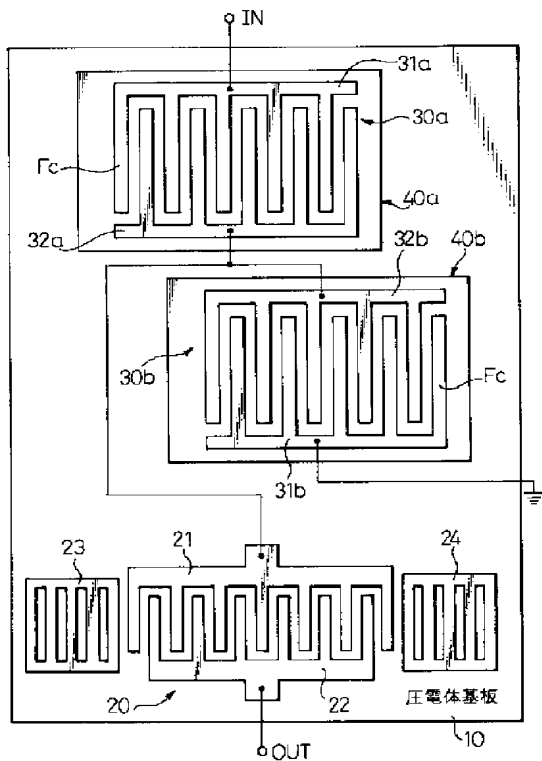
【図4】

本発明の他の実施例によるSAW共振器の構成を模式的に示した図



【図5】

本発明のさらに他の実施例によるSAW共振器の構成を模式的に示した図



【図6】

従来形の一例としてのSAW共振器の構成を示す斜視図

